

Institut royal des Sciences
naturelles de Belgique

BULLETIN

Tome XXXI, n° 8
Bruxelles, mars 1955.

Koninklijk Belgisch Instituut
voor Natuurwetenschappen

MEDEDELINGEN

Deel XXXI, n° 8
Brussel, Maart 1955.

ESTUDIO ECOLOGICO DE CHRYSOLINA
(= CHRYSOMELA) AMERICANA LINNÉ
(COL. CHRYSOMELINÆ).

por Enrique BALCELLS R. (Barcelona).

INTRODUCCIÓN.

Chrysolina (= *Chrysomela*) *americana* LINNÉ es un crisomelino de vivos colores, muy frecuente en las matas de romero de los países mediterráneos. Muchos autores han denominado *Chrysomela*, a los representantes de este género, pero modernamente, tal apelativo (JOLIVET, 1952), se usa para los antiguos representantes de *Lina* ó *Melasoma*. Sin embargo otros prefieren la consercación de esta nomenclatura muy usada (KOCHER, 1951). Sus citas son muchas, y el estudio morfológico se ha llevado a cabo por autores antiguos (v. WEISE, 1916). Más recientes son las publicaciones de SACCHI (1932 y 1935) sobre la biología y morfología de este insecto. Todos los autores le adjudicaron una distribución exclusivamente meridional ó mediterránea, pero modernamente se manifiesta como bastante más centroeuropea. El presente estudio y el de SACCHI (1932) demuestran su poca adaptación a las elevadas temperaturas de verano en nuestras latitudes, ya que este insecto, atraviesa la estación cálida en fase de reposo y, en cambio, presenta una manifiesta resistencia a los inviernos, si bien benignos, de las penínsulas meridionales de Europa.

Son ya numerosas las contribuciones al conocimiento de la biología y ecología de insectos crisomélidos, pero el caso presente

unido al de *Chrysolina bancksi*, presentan el interés de ser especies con una sola generación anual y con manifiestas interrupciones en su actividad de puesta debidas a las variaciones de temperatura, casos muy parecidos al de *Coccinella septempunctata*, estudiado por BODENHEIMER (1938) si bien este insecto de ciclo más rápido, presenta más de una generación anual.

MATERIAL Y METODOS DE ESTUDIO.

El material se recolectó, en los campos y montes circundantes de Barcelona, y en el jardin de la Universidad, edificio situado en el centro de la misma villa y siempre en pies de *Rosmarinus officinalis* (romero). Las observaciones en el laboratorio se sucedieron diariamente, disponiendo los animales en cápsulas de Petri, a la vez que, se anotaron las temperaturas de la habitación leídas en un termómetro de máxima y mínima. Al mismo tiempo, dichas observaciones de laboratorio, se cotejaron con las del exterior. El comportamiento de los insectos es diferente en ambos medios, como era de sospechar, pero basta tener en cuenta las diferencias y la oscilación de la temperatura, para que se ponga de manifiesto la lógica correlación.

La cría de las larvas y los adultos, no presenta dificultades, mientras se les proporcione comida fresca en dias alternos. Siempre se les sirvió tallos con hojas frescas de romero y ello bastó para que pudiera proseguir el crecimiento de las larvas dentro de unos límites bastantes amplios por lo que a humedad relativa se refiere. No ocurre lo propio respecto a las fases siguientes preninfa y ninfa; periodos en que el animal vive enterrado en condiciones naturales. Si no se le proporciona un ambiente muy húmedo, y es tambien fresco el alimento durante la última fase larvaria, no se consigne la muda a ninfa y mucho menos a adulto, pues la finísima cutícula del animal durante esta última fase le hace muy sensible a las variaciones, aún débiles, de humedad. Mucho mas delicada es la cría de *Chrysolina bancksi*, insecto que vive sobre labiadas de lugares más higrófitos, cuyo desarrollo resulta imposible, si no se dispone de alimento siempre fresco y de humedad próxima al 100 % aun durante la misma vida larvaria. Su biología coincide en Barcelona, con la de *Chrysolina americana* pues las puestas tienen tambien lugar durante otoño lo mismo que la cópula.

Las hipérbolas de actividad de crecimiento, se han obtenido mediante cálculo matemático similar al empleado en otros trabajos anteriores (BALCELLS, 1954 a). Algunos de los datos han sido

obtenidos, sometiendo los huevos a la temperatura constante de un termostato o de un frigorífico « Odag ». Otros se han deducido del cálculo de la temperatura media a que han evolucionado los huevos en el laboratorio, con el auxilio de los datos obtenidos mediante el termómetro de máxima y mínima. En este último caso, los huevos quedaron sometidos a oscilación térmica y el ciclo transcurrió en tiempo menor, respecto a la media, que a temperatura constante, conclusión que coincide con MIKULSKI (1948), en lo hallado para *Agelastica*.

Los mapas de isotermas, han sido, en parte, copiados de ALT (1932) y por la confección original a partir de los datos proporcionados por este mismo autor y los trabajos de BIRKELAND y FÖYN (1932), GINESTOUS (1906), KOPPEN (1939), SELTZER y colaboradores (1945), ZISTLER (1926) y los del Servicio Meteorológico Nacional de España. Para el trazado de las isotermas, se ha reducido a nivel del mar, la temperatura de las diversas localidades. Las conclusiones por lo que se refiere a distribución de las diapausas en los mapas y las correspondientes correcciones, se basan en el cálculo de la constante K, parámetro de la ecuación de la hipérbola de la actividad de crecimiento, camino similar al seguido en los trabajos anteriores (BALCELLS, 1954 a y b).

ESTUDIO DEL CICLO BIOLÓGICO DE *Chrysolina americana* LINNÉ.

Las observaciones se han efectuado desde octubre de 1951 a diciembre de 1952. Los individuos adultos de *Chrysolina americana*, salen de sus refugios de verano (veraneros) y pasan a las ramas altas de las matas de romero, en las que ingieren hojas. Después de breves días copulan y las hembras principian la puesta. Los huevos quedan depositados en las hojas aisladamente, salvo en caso de gran abundancia se encuentran en grupo (SACCHI, 1932) y con su eje mayor casi paralelo al de la hoja aciculiforme del romero, pegados por uno de los lados. Su forma, elipsoide, su color es siena rojizo ó siena anaranjado; su tamaño $15 \times 0,7$ mm, su disposición recuerda la de los huevos de *Crioceris duodecimpunctata*, del espárrago.

Las puestas se suceden, mientras la temperatura es favorable, se interrumpen estas o decrece el número de huevos cuando se intensifica el frío. En casos de hibernación, desaparecen los adultos durante una temporada y reaparecen cuando la estación vuelve a ser benigna. El número de huevos puestos es de 1 a 9 cada 24 horas. Rara vez, y tan solo en momentos en que la

temperatura descendiendo algo por bajo de los 10° C, se toman las hembras un pequeño descanso de 48 horas. Una hembra recolectada en el campo, el 25 de octubre de 1951, ya en periodo de puesta, llegó a depositar 456 huevos; interrumpió sus puestas el 13 de mayo y murió a primeros de junio. El periodo de puesta duró pues, casi 9 meses, de octubre a mayo inclusive.

Las futuras larvas presentan, ya 24 horas antes de la eclosión, las mandíbulas pigmentadas de anaranjado y endurecidas, y doce horas más tarde los dos segmentos distales de los palpos maxilares y labiales, los espiráculos — par torácico y 8 pares abdominales —, los segmentos distales de los 3 pares de patas, y sendos pares de manchas latero-dorsales del tergo meso y metatórico y del 1° segmento abdominal, están endurecidos y pigmentados de pardo. Dichas estructuras intervienen en la eclosión que no ofrece ninguna particularidad notable. La marcha de la pigmentación de la quitina es similar a la descrita en otros crisomélidos (BALCELLS 1953). La morfología externa de las larvas, al parecer es ya conocida en principio (CHAPUIS et CANDEZE, v. WEISE, 1916). Atraviesan cuatro periodos larvarios, separados por tres mudas, antes de entrar en el letargo preninfal. El total de días de la fase larvaria en el laboratorio es de 25 a 30 (temperatura por encima de 20° C) a 42 (temperatura media de 16° C). De este periodo corresponden algo menos de una cuarta parte a cada una de las primeras subfases, un quinto a la 3ª y lo restante a la última. Las larvas neonatas después de la ingestión de parte del corion son muy activas, pero más tarde es frecuente verlas a solas o a pares, fijas o desplazarse muy poco de la rama donde se han situado. Poco antes de la preninfosis, recuperan su actividad, hasta encontrar el refugio conveniente.

La preninfosis y el periodo siguiente, duran más o menos tiempo, según lo favorable de la estación. Debido a las dificultades con que se tropezó en el laboratorio para obtener una atmósfera convenientemente húmeda, los primeros adultos procedentes de puestas de mediados de febrero, no se obtuvieron hasta los primeros días de mayo. En el campo, en cambio, aparecen adultos con la cutícula blanda ya en las hojas de romero, y por tanto desprovistos muy recientemente de la cutícula ninfal, durante la primera decena de abril. La fase preninfal en el laboratorio, con temperaturas medias de 20° C, dura unos 8 días, y 5 con medias de 23 y 24° C. El periodo ninfal es de 13 días con temperaturas de 20° C y 6 días con temperaturas medias de 25° C.

Los adultos no copulan y reproducen hasta el próximo otoño. Desaparecen en el campo a principios de mayo y no reaparecen hasta septiembre. En el laboratorio reanudan su metabolismo activo a mediados de septiembre, época en que también se observan en las matas de romero. En la primera decena de octubre — temperaturas bajas de los primeros días, no registradas en el laboratorio —, tienen lugar las primeras puestas y se observan ya larvas en primera fase el 22 de octubre. En el laboratorio las primeras puestas tienen lugar, a fines de la primera decena de noviembre, después de un descenso similar de la temperatura, al registrado en octubre en el campo (v. fig. 5).

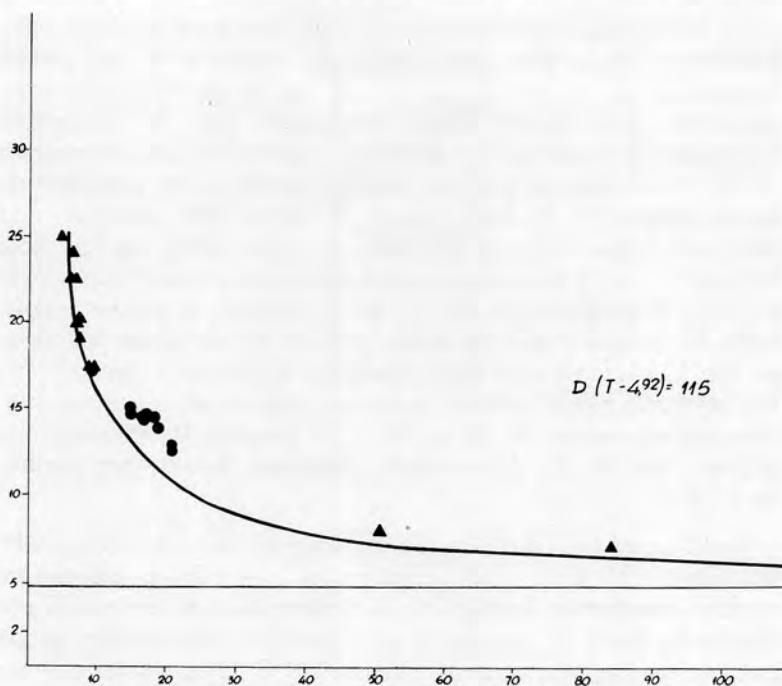


Fig. 1. — Hipérbola correspondiente a la actividad de crecimiento durante la fase huevo de *Chrysolina americana*.

LOS FACTORES ABIOTICOS : TEMPERATURA Y HUMEDAD

Influencia de la temperatura en el campo. — Se ha observado que el descenso de la temperatura provoca la interrupción de las puestas y la desaparición de los adultos

en el campo barcelonés. La parte inferior del gráfico de la fig. 5, muestra como se interrumpen las puestas y desaparecen los adultos en la segunda mitad de enero, cuando las temperaturas medias descienden por debajo de 4° C y las máximas y mínimas se mantienen entre 6° y 0° C. La recuperación del ritmo de puesta, requirió una permanencia durante buena parte de febrero, de una temperatura media de 8° C y que las mínimas no descendieran de 5° C, salvo en tres excepciones que vinieron contrarrestadas por máximas superiores a 15° C. Se puede pues concluir que, en los meses con media inferior a 8° C, se producirá invernación y con esta media se recuperará la actividad de los insectos.

La temperatura moderadamente alta, produce también inhibiciones y fragmentaciones del ciclo biológico en el campo barcelonés. Si se tienen en cuenta los datos de laboratorio, expuestos más abajo, choca comprobar que, en el campo barcelonés se produce una aparente interrupción en las puestas — corroborada seguidamente con la consecuencia posterior de larvas jóvenes y de toda suerte de larvas tres semanas más tarde — hacia el 14 de Marzo, mes cuya media fue tan solo de unos 15° C, si bien las máximas alcanzaron valores superiores a 20° C. Los adultos no se retiran, en cambio, a sus veraneros, hasta los primeros días de mayo, después de sufrir las máximas de 25° C y en un mes cuya media se aproximó a los $17,5^{\circ}$ C. En septiembre los adultos aparecen, después de días con esta temperatura media de 18 a 19° C y cuando las máximas no rebasan los 24° C. En octubre depositan huevos con medias de $17,5^{\circ}$ C.

Influencia de la temperatura en el ciclo biológico del laboratorio. — En el laboratorio no hay invernación, puesto que la temperatura no desciende por debajo de los 8° C, pero sí que se nota una disminución de las puestas con temperaturas inferiores a 10° C. Después de alcanzar la temperatura máxima (abril), el valor de 24° C, vuelve a decrecer el ritmo, hasta interrumpirse estas por completo con medias por encima de los 20° C. Los adultos de la generación vieja mueren entre la primera quincena de mayo y fines de julio, pero los nuevos adultos, cuando las temperaturas máximas y mínimas de fines de mayo rebasan los 24° C, pierden toda actividad y entran en letargo estival que dura hasta la segunda quincena de septiembre, época en que la temperatura se mantiene entre los 20° y los 23° C. Octubre, con temperaturas entre 19°

y 22° C, no permite ni la puesta ni la cópula en los animales de laboratorio, lugar en que no principia esta antes de los primeros días de noviembre a continuación de los días en que la temperatura desciende rápidamente y alcanza un valor medio de 18° C, como ocurría en el campo. Es interesante notar, que no se consiguió la puesta en estos animales, antes de la fecha anteriormente fijada, a pesar de someterlos durante unos días de verano a 7° C de temperatura en un frigorífico.

Conviene también señalar dos hechos importantes. La temperatura media que estos insectos soportan en estado de actividad es inferior en primavera (fechas del fin de la puesta), que en otoño (principio de las puestas). Es también en primavera, inferior en el campo que en el laboratorio. El primer hecho comprobado, podría explicarse teniendo en cuenta las horas de sol eficaz (días nublados y días más cortos de octubre, buen tiempo de febrero y marzo de 1952), caso parecido al observado en *Haltica* (BALCELLS 1953) sobre la interrupción de puestas. La insolación recibida en marzo influye aumentando el metabolismo de estos animales, aunque la temperatura no sea intensa. Por otra parte explica, hasta cierto punto la persistencia de las puestas en el laboratorio, a pesar de lo avanzado de la estación, pues los insectos en este lugar, no estuvieron sometidos a la acción directa de los rayos solares. Sin embargo, este último aspecto quizás también podría explicarse por la menor oscilación de la temperatura en el laboratorio, la cual cuanto mayor es, provoca alteraciones en el cumplimiento de la ecuación de la velocidad de crecimiento, no permitiendo el desarrollo de los huevos a temperatura media elevada con oscilación amplia y si, a idéntico valor de temperatura constante.

Datos experimentales. — Estos datos de observación directa, vienen completados por observaciones en estufa a temperatura constante. Aparte de lo ya dicho sobre las diferencias en el cese y principio del periodo de puesta, hay diferencias muy destacadas respecto a las temperaturas límite de cada una de los diversos periodos vitales del insecto. Algo así ocurría también en *Haltica* (BALCELLS) cuyo valor límite de baja temperatura, teórico y hallado por cálculo mediante la ecuación, era distinto según se tratara de la ninfa, larva o huevo.

Ha quedado demostrado que la aparición o desaparición de los adultos, tiene lugar con temperaturas entre los 20° y los 24° C. Por lo que respecta a la puesta, queda ya dicho que esta empieza después de un descenso termométrico a 17,5° C

y termina en primavera en el campo con medias de 15°C , si bien soporta las de 20°C en el laboratorio durante esa estación, y también en el campo durante otoño. Así, hembras recolectadas en otoño y sometidas a temperatura constante de 23°C , interrumpen las puestas después de 15 días. Se logra la recuperación de su ritmo, después de someterlas durante 10 días a temperatura no inferior a 20°C . Hembras ponedoras sometidas a temperaturas de 5°C con máximas de 8°C , continúan la puesta a razón de un huevo diario cada una. Si baja la temperatura de 3° a 0°C dejan de poner y al cabo de 6 días se encuentran yertas, pero no mueren, al cabo de cuatro días de sometidas a temperatura de 18° a 20°C , recobran su actividad característica y su metabolismo está normalizado por lo menos en apariencia, transcurridos cuatro días, depositan el primer huevo fecundo.

El corion grueso de los huevos protege muy bien al embrión y permite su desarrollo interno a altas temperaturas (25°C) y con una humedad elevada, sin embargo se ha logrado una continuidad en la vida larvaria a alta temperatura; no así con bajas temperaturas (7°C).

Las ninfas y preninfas, resisten aun sin enterrar, temperaturas más elevadas que los huevos (vease fig. 5).

Teniendo en cuenta, los datos comprobados sobre límites de vida y desarrollo en termostatos, se ha calculado matemáticamente el límite por el frío reajustando, la ecuación de la hipérbola a los valores de velocidad obtenidos experimentalmente a temperatura constante durante la fase huevo (veanse los marcados con un triángulo en la lámina), y se han diferenciado en el gráfico 1 (con círculo lleno), de aquellos obtenidos mediante observación directa en el laboratorio a determinada temperatura media de los valores máxima y mínima diarias, leídas en el termómetro. Repetidamente y de acuerdo con las observaciones de MIKULSKI, resultó ser algo más rápido el desarrollo con oscilación de temperatura, de lo deducido teóricamente con el cálculo de la hipérbola a temperaturas constantes.

Duración en días de la fase huevo, a temperaturas medias diversas en el laboratorio y a diferentes temperaturas constantes en termostato. En la columna de la derecha se consignan los valores de la humedad relativa a que se ha trabajado.

Temperatura en grados centígrados	Lugar donde han evolucionado	Nº de días	H R %
7°	Termostato	84	
8°	Id.	51	
12'48°	Laboratorio	21	85 %
12'66°	Id.	21	85 %
13'85°	Id.	19	85 %
14'30°	Id.	16'5	85 %
14'30°	Id.	17	31 %
14'19°	Id.	17	85 %
14'30°	Id.	17	85 %
14'30°	Id.	17	85 %
14'30°	Id.	16'5	85 %
14'44°	Id.	18	100 %
14'46°	Id.	16'5	85 %
14'60°	Id.	15	85 %
14'82°	Id.	15	55 %
17'20°	Id.	9'5	85 %
17'40°	Id.	9'5	85 %
17'50°	Termostato	9	85 %
17'50°	Id.	8	100 %
17'50°	Id.	9	85 %
17'50°	Id.	9	55 %
17'50°	Id.	Se secan	30 %
19°	Id.	7'5	85 %
20°	Id.	7	85 %
22'50°	Id.	6'75	85 %
22'50°	Id.	7	100 %
24°	Id.	6'7	85 %
24°	Id.	6'7	100 %
25°	Id.	Se secan	20 %
25°	Id.	Id.	53 %
25°	Id.	5	85 %
25°	Id.	Infec. de hongos	100 %
25°	Id.	6 a 7	100 %

Los parámetros obtenidos para la ecuación de la recta, correspondiente a los valores de velocidad de crecimiento y para la hipérbola que relaciona temperaturas en grados centígrados y número de días, son los siguientes : $b = 0'87$; $a = -4'28$; $c = 4'92^{\circ} \text{C}$; $K = 115$.

Duración en días del desarrollo de *Chrysolina americana*, a temperaturas medias en el laboratorio, durante 1952 :

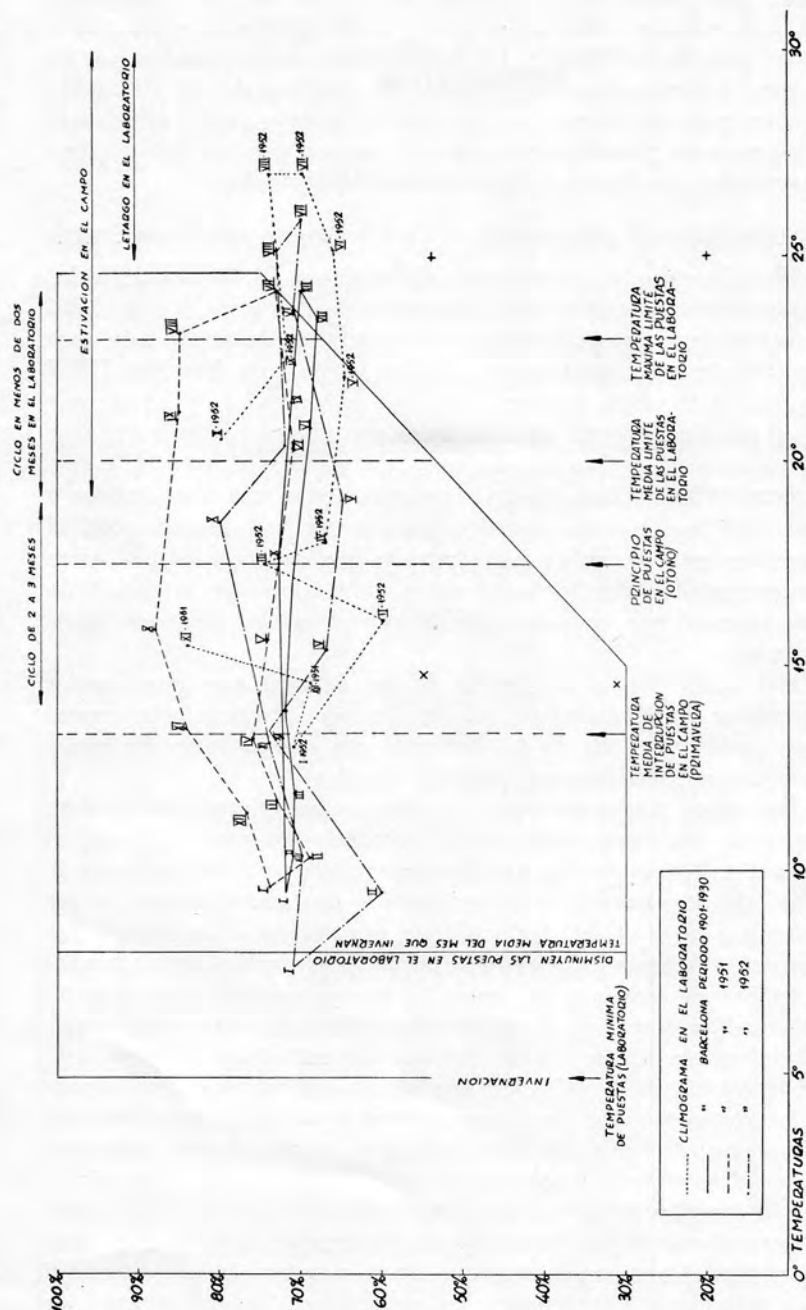
A 17'50°C.	Laboratorio	76'50	85 %
A 19'50°C.	Id.	61	Id.
A 21'50°C.	Id.	49	Id.
A 22'50°C.	Id.	44	Id.

Considerando el valor de $c = 4,92^{\circ} \text{C}$ para todo el desarrollo — huevo a imago — y hallando el valor medio de K, como la media aritmética entre los hallados para cada uno de los cuatro pares de valores de D y T encontrados experimentalmente tenemos : para K, un valor aproximado de 858,5.

Influencia de la humedad en el ciclo. — El insecto necesita un alto contenido en agua para poder realizar la muda a ninfa y adulto. Los huevos resisten bastante bien, el ambiente seco a temperaturas bajas (vease cuadro y bioclimograma fig. 2). Las larvas son algo menos resistentes.

Bioclimograma. — La figura 2, presenta unos rectángulos, que recogen las condiciones límite estudiadas, mediante las observaciones en el campo, en el laboratorio y los experimentos llevados a cabo con termostato. Dicho gráfico resume las conclusiones. Al superponer los climogramas, observamos que no es general la invernación de este insecto en nuestras latitudes; la hubo en 1952, año climatológicamente bastante extremado.

El trabajo de SACCHI (1932) consigna unos máximos de puesta, que corresponden a 14°C de temperatura y una temperatura media límite por el calor a 17°C . Si estos son datos de campo, coinciden estos valores con los anotados en el presente trabajo, sobre todo por lo que respecta a la temperatura que provoca la iniciación de las puestas en otoño y la época de estivación de mayo a septiembre. Queda sin especificar, lo que respecta a la temperatura límite por el frío, especialmente si el autor no ha querido demostrar a este respecto, más que una cierta relación cualitativa entre la temperatura y la puesta, pues de otra manera es difícil creer que estos animales sigan depositando huevos en el campo, con temperatura media inferior a 0°C (v. diagramas I y II del estudio de SACCHI 1932). Seguramente el control de puesta, tenía lugar en « piante di Rosmarino coltivate in vaso » y en lugar abrigado. En cambio si, coinciden los meses de mínima puesta y menor actividad de crecimiento,



como son parte de noviembre, diciembre, enero y parte de febrero y marzo. Según los datos de temperatura media publicados por ALT (1932) y las conclusiones aquí consignadas, en Perusa debería existir un periodo de invernación de diciembre a principios de marzo, que explica, por otra parte, el número relativamente pequeño del total de huevos puestos por hembra observados por SACCHI, cerca de los 270 tan solo.

LA DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA *Chrysolina americana* LINNÉ.

Muchos autores confinan la distribución de la especie a las regiones meridionales y mediterraneas de Europa (WEISE, 1916 y SCHAUFUSS), sin embargo ya SCHAUFUSS, da como muy rara una cita de esta especie sobre Abedul, en Sajonia. REITTER (1912 la cita en Baviera, Hessen, Turingia y Moravia), y añade que en el sur es frecuente sobre romero y espliego (*Rosmarinus officinalis*, y *Lavandula vera* y, *L. officinalis* seg. SACCHI 1932). Como puede verse estas citas van acercándose a una distribución mas centroeuropea y más de acuerdo con el presente estudio, sobre todo por lo que respecta a los datos proporcionados por la hipérbola y a la época de actividad de este insecto, que presenta reposo estival en las regiones meridionales.

Del valor de la constante K se deduce que para poder completar teóricamente el ciclo en un año, requiere este insecto una media anual de 8° C, isoterma que figura como limitante, en los mapas del presente trabajo (fig. 3 y 4).

Los datos resumidos en el bioclimograma, transportados a un mapa de isotermas, nos permite predecir los meses en que el animal estiva e inerva en diferentes países. El de la figura 3, mapa de invernación, se ha construido por superposición de los isotermas de 8° C de todos los meses del año. Los meses que presentan temperatura media inferior a este valor, corresponden a épocas de invernación, luego en los países situados al norte de aquellas isotermas el insecto desaparece durante estos meses. Lo mismo se ha hecho en el mapa de estivación (fig. 4), con las isotermas de 17° C. Como es sabido, las isotermas son líneas que unen puntos de igual temperatura corregida, o sea reducido su valor a nivel del mar; para que estos valores puedan aplicarse a una determinada localidad, es preciso hacer una corrección y por deducción empírica se ha hallado la siguiente : por cada incremento de 500 m en altitud, la invernación empezará un mes antes y terminará un mes más tarde, y la estivación empezará un mes más tarde y terminará un mes antes. Tal es el caso de

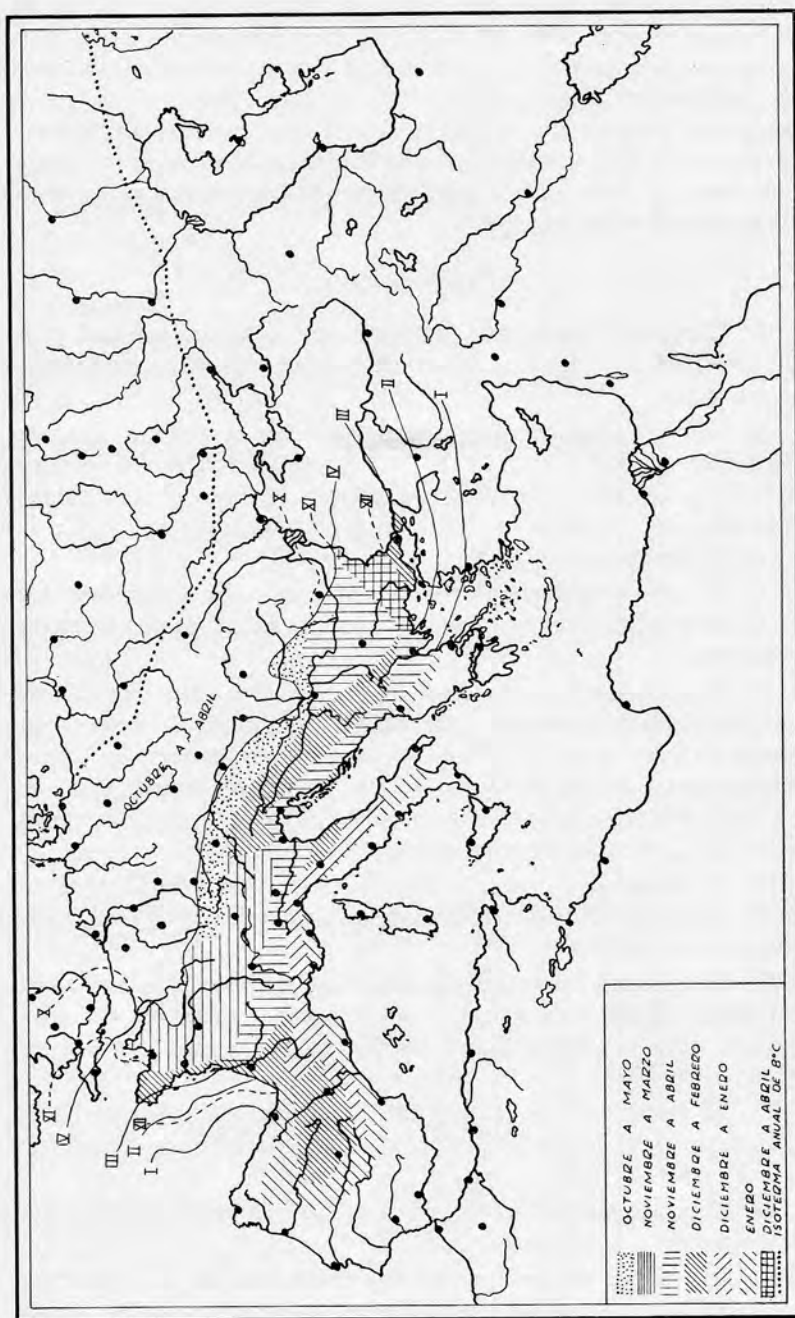


Fig. 3. — Periodos probables de invernación del insecto, siguiendo las isotermas mensuales de 8°C.

Perusa, localidad en la que según el mapa mayo es ya mes de estivación y septiembre lo es todavía, y en cambio, según SACCHI, el insecto desaparece a fines de mayo y reaparece ya al principio de septiembre. Barcelona, a nivel del mar, está situada en el territorio límite en que el insecto manifiesta invernación durante el mes más frío y estivación de Mayo a Septiembre, y basta observar el ciclo y el bioclimograma correspondiente, para comprobar que así ocurre.

CONCLUSIONES

1) *Chrysolina americana*, presenta una generación anual y se desarrolla dentro de unos límites de temperatura y humedad muy restringidos.

2) En los países mediterráneos, se retira a estivar, durante los meses cálidos e inverna durante los fríos, con media inferior a 8° C, en los países de clima marítimo y benigno. Así la puesta presenta dos periodos al sur de la isoquimena de 8° C; la interrupción tiene lugar en enero.

3) El animal interrumpe su ciclo evolutivo, por debajo de los 5° C de temperatura y por encima de los 24° C de temperatura constante.

4) Pone huevos por encima de los 5° C hasta unos 20° C de temperatura constante. Interrumpe las puestas en meses con media inferior a 8° C y en primavera, por exceso de calor, seguramente debido a la insolación, en meses con media de 13,5° C. Principia las puestas en el campo y en otoño, con meses de 17,5° C de temperatura media (fig. 3 y 5).

5) El valor de c. para la fase huevo es de 4,9° C y el de K, 115 (fig. 1). El valor de K para el desarrollo total — huevo-imago — es de 858,5.

6) En algunas fases se muestra muy sensible a la humedad deficiente, sobre todo por lo que respecta a falta de alimento jugoso, pero su desarrollo es posible en todas sus fases, entre los 5° y los 25° C.

7) En Barcelona, inverna el animal, en aquellos años de clima más extremado, como en 1952, en que la media de enero fué inferior a 8° C.

8) Teóricamente el límite norte de distribución del insecto, corresponde a la isoterma de 8° C.

9) Los mapas de las figuras 3 y 4, después de la corrección correspondiente, orientan sobre las épocas de invernación y esti-

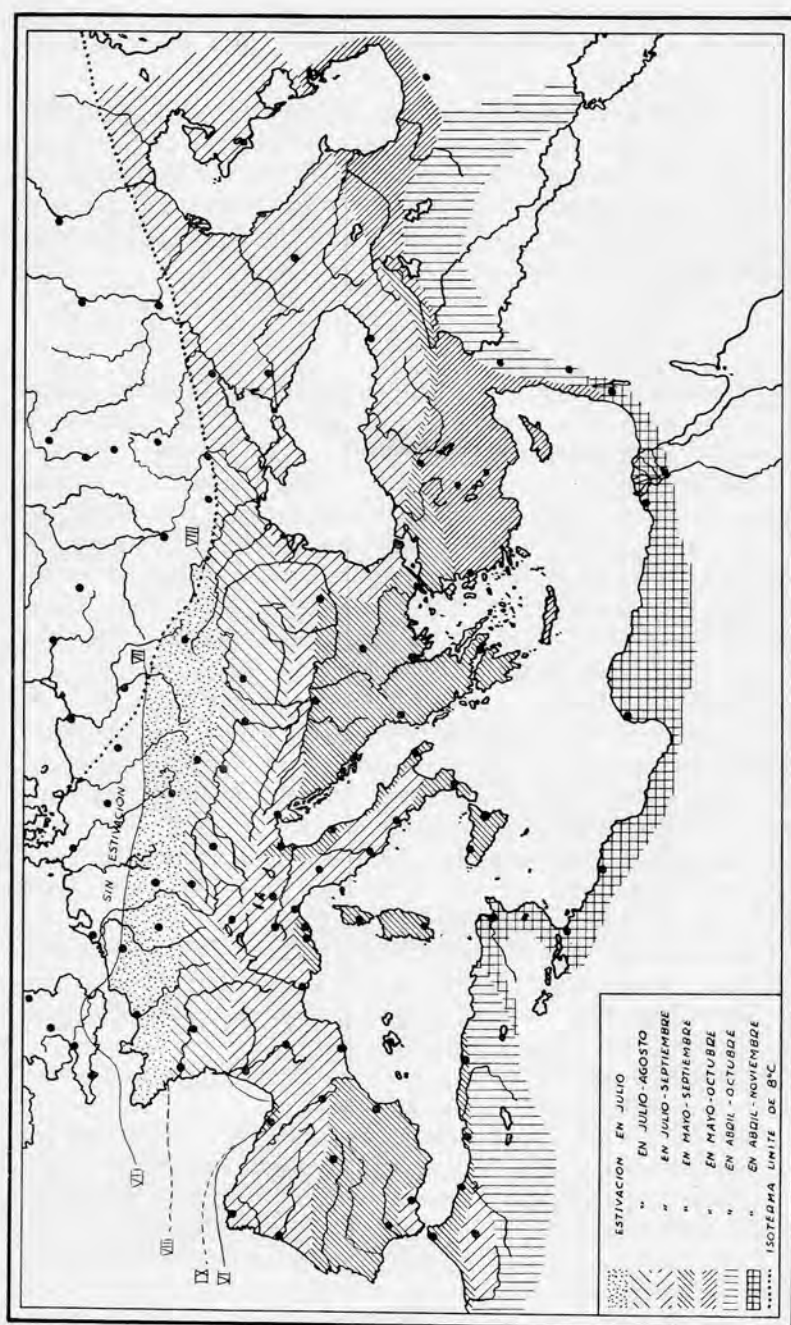


Fig. 4. — Periodos probables de estivación del insecto siguiendo las isotermas mensuales de 17°C.

vacación del insecto. Dicha corrección se ha hallado empíricamente : atrasa o adelanta un mes la aparición o desaparición, por cada incremento de 500 m.s/m.

Se agradece la colaboración de los señores P. JOLIVET del Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, F. ESPANOL y LAGAR del Museo de Barcelona, Srta. R. RAL de la Sección de Fisiología animal de la Universidad. Y las facilidades y orientaciones prestadas por el Sr. LORENTE, bibliotecario del Servicio Meteorológico Nacional.

RÉSUMÉ

Chrysolina americana présente une génération annuelle, et son développement est compris entre des limites de température et d'humidité assez restreintes.

Dans les pays méditerranéens, cet insecte estive pendant la saison chaude et hiverne pendant les mois froids, à une température moyenne de 8° C, dans les pays de climat maritime. La ponte est donc interrompue deux fois. L'insecte arrête son développement au-dessous de 5° C et au-dessus de 24° C, à condition que la température n'ait pas de grandes oscillations. Dans la nature, son comportement est différent : les pontes cessent pendant les mois d'hiver, qui ont une température moyenne de 8° C et au printemps, pendant des mois de 13,5° C de moyenne, ceci est dû sûrement à un accroissement de l'insolation journalière. Les pontes recommencent en automne, pendant les mois avec 17,5° C de température moyenne (fig. 3 et 5).

Le paramètre *c*, de l'équation de BODENHEIMER pour le développement des œufs, est 4,9° C et celui de *K*, 115. La valeur de *K*, pour le développement total est 858,5.

Pendant quelques phases du développement, l'animal est très sensible à la sécheresse, et on doit le nourrir surtout avec des matériaux frais. Mais le développement est toujours possible dans un seuil de 5° C, jusqu'à 25° C.

A Barcelone cet insecte hiverne, quand la température du mois de janvier descend au-dessous de 8° C.

Avec les données *in vivo* et les résultats des expériences au laboratoire, on a construit des cartes d'orientation (fig. 3 et 4), qui montrent les époques d'estivation ou d'hivernation théoriques de l'insecte *in vivo*, dans les différents pays d'Europe, suivant les isothermes. La correction en altitude est donnée par un mois de retard ou d'avance d'apparition ou de disparition, pour chaque accroissement de 500 m s/m.

SUMMARY

Chrysolina americana shows one annual generation in its life cycle. The developmental possibilities are very restricted. Laboratory experiments show that this insect needs very high humidity and temperatures between 5° and 25° C. In the mediterranean countries the life cycle is divided between autumn and spring, egg laying being interrupted by a winter diapause, during months when the average temperature is 8° C (fig. 5). In spring and summer it exhibits an estival diapause.

In the field, egg laying is interrupted during months with increasing quantity of light and with an average temperature of 13,7° C. Egg laying starts again in autumn — october — in Barcelona, with an average monthly temperature of 17,5° C, but less daily insolation time (fig. 3 and 5).

The values of parameters *c* and *K* in BODENHEIMER's hyperbola for the egg development are 4,9° C and 115 (fig. 1). The value of *K* for the development from the egg to the adult stage, is 858,5.

The tentative northern limit of the distribution of this insect is the annual isotherm of 8° C. The charts (fig. 3 and 4) exhibit also the tentative periods of estival and winter diapauses in south european countries.

PUBLICACIONES CITADAS

- ALT, E., 1932, *Klimakunde von Mittel- und Südeuropa*. (KÖPPEN, W. und GEIGER, R., Handbuch der Klimatologie in fünf Bänden, B. III, Teil M., Verlag von Gebrüder Borntraeger, 288 pp., Berlin.)
- BALCELLS, E., 1953, *Estudio biológico de Haltica lythri subespecie ampelophaga* GUERIN-MENEVILLE (Col. Halticinae). (P. Inst. Biol. Apl., XIV, pp. 5-54.)
- , 1954 a, *Estudio ecológico de Haltica lythri subespecie ampelophaga* GUERIN-MENEVILLE (Col. Halticinae). (P. Inst. Biol. Apl., t. XVIII, pp. 5-37.)
- , 1954 b, *La distribución geográfica de Haltica lythri subespecie ampelophaga* GUERIN-MENEVILLE (Col. Halticinae). (P. Inst. Biol. Apl., t. XVIII, pp. 5-41.)
- BIRKELAND, B. J. and FOYN, N. J., 1932, *Klima von Nordwesteuropa und den Inseln von Franz Josef-Land*. (KÖPPEN, W. und GEIGER, R., Handbuch der Klimatologie in fünf Bänden, Band III, Teil L, Verslag von Gebrüder Borntraeger.)
- BODENHEIMER, F. S., 1938, *Problems of animal Ecology*. (Oxford University Press, 183 pp.)
- GINESTOUS, G., 1906, *Etude climatologique du Golfe de Tunis en vue de l'Aéronautique et de l'Aviation*. (Direction générale des Travaux Publics, Service Météorologique, Tunis.)

- JOLIVET, P., 1952, *Au sujet du terme Chrysolina*. (L'Entomologiste, V, 8, pp. 43-44.)
- 1953, *Les Chrysomeloidea (Coleoptera) des Iles Baléares*. (Mem. Inst. Royal Sc. Nat. Belg., II, 50, pp. 1-88, III pls.)
- KOCHER, L., 1951, *Chrysomela et Chrysolina*. (L'Entomologiste, V, 7°, pp. 156-159.)
- KÖPPEN, W., 1939, *Klimakunde von Russland in Europa und Asien. 2 Hälfte (Teil N2) : Tabellen*, 96 pp. (KÖPPEN, W. und GEIGER, R., Handbuch der Klimatologie in fünf Bänden, B. III., Verlag von Gebrüder Borntraeger.)
- MIKULSKI, J. St., 1948, *The influence of some environmental factors upon the development of eggs of alder leaf beetle. (Agelastica alni L. Col.)* (Zool. Pol., V, 4, pp. 35-54, Cracovie.)
- REITTER, E., 1912, *Fauna Germanica, Käfer*. (IV Band, Stuttgart.)
- SACCHI, R., 1932, *Contributo alla conoscenza di « Crisomela americana » L. (Coleopt. Chrysomelidae)*. (Note e appunti sperimentali d'entomologia agraria, II, 15 pp., Perugia.)
- e BUSARDO, G., 1935, *Variabilità e correlazione in specie molto affini*. (Note e appunti sperimentali d'entomologia agraria, III, 36 pp., Perugia.)
- SCHAUFUS, C., *Calver's Käferbuch einföhrung in die kenntnis der Käfer Europas*. (B. II, 1385 p., Sechte Auflage. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.)
- SELTZER, P., LASSERRE, A., GRANDJEAN, A., AUBERTY, R. et FOUREY, A., 1946, *Le Climat de l'Algérie*. (Travaux de l'Institut de Météorologie et de Physique du Globe de l'Algérie, Université d'Alger, Alger, 219 pp.)
- WEISE, J., 1916, *Chrysomelidae : 12 Chrysomelinae*. (Coleopterorum Catalogus, W. Junk- S. SCHENKLING, 255 pp., Berlin.)
- ZISTLER, P., 1926, *Die Temperaturverhältnisse der Türkei. Zum Klima der Türkei*. (Ergebnisse ducijähriger Beobachtungen 1915-1918. Herausgegeben von L. Weickmann, Geographykalische Institut der Universität, Leipzig.)
- SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL , 1944, *Calendario Meteoro-Fenológico 1944* (Madrid).
- 1946, *Calendario Meteoro-Fenológico 1946* (Madrid).
- ALTA COMISARIA DE ESPANA EN MARRUECOS, 1946, *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la zona de Marruecos hasta 1944* (Tetuán).

SECCIÓN DE FISIOLÓGIA ANIMAL
DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA (ESPAÑA).

